



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



REVISIÓ

Lesions en el tennis. Revisió bibliogràfica

David Gutiérrez García^{a,b,*} i Francisco Esparza Ros^a

^a *Cátedra de Traumatología del Deporte, Universidad Católica San Antonio de Murcia, Murcia, Espanya*

^b *Centre educatiu concertat San Pedro Apóstol, Murcia, Espanya*

Rebut l'11 de juny de 2011; acceptat el 26 de juliol de 2011

PARAULES CLAU

Lesions;
Prevenió;
Incidència;
Factors de risc;
Tennis

Resum

L'objectiu del treball present és oferir una revisió del coneixement científic disponible de les lesions en el tennis durant els últims 15 anys, per tal d'establir l'estat actual del coneixement sobre el tema i permetre un plantejament millor de les línies d'investigació.

Les troballes principals d'aquesta revisió bibliogràfica foren, per una banda, la gran variació en la incidència lesional reportada en els diferents estudis epidemiològics analitzats. D'altra banda, tot i que una evidència científica important demostra que la gran majoria de les lesions ocorren a les extremitats inferiors, només el 24% dels estudis analitzats en aquesta revisió bibliogràfica tingueren com a objecte d'estudi els membres inferiors i el tronc. Pel que fa als estudis d'intervenció analitzats des de l'any 1995 fins a l'actualitat, únicament se n'han publicat 7, que, a més, tenen limitacions, ja que no presenten intervals de confiança quan informen de l'efectivitat de la intervenció subjecta a examen. Per últim, cal indicar que des de 2007 fins a l'actualitat el nombre de publicacions en el camp de les lesions en el tennis ha anat disminuint de forma progressiva, per la qual cosa cal una investigació major per elaborar programes de prevenció de lesions que es demostrin realment efectius.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

KEYWORDS

Injuries;
Prevention;
Incidence;
Risk factors;
Tennis

Tennis injuries. A review of the literature

Abstract

The aim of the present study is to provide a review of the available scientific knowledge in terms of tennis injuries for the last 15 years with the aim of establishing the current state of knowledge about the matter and to allow a better approach of the lines of research.

*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: Dgutierrez@pdi.ucam.edu (D. Gutiérrez García).

The main findings of this systematic review were firstly the great variation in the reported injury incidence between the different descriptive epidemiological studies analyzed. On the other hand, although a great scientific evidence proves that most of the injuries take place in the lower limbs, only the 24% of the studies analyzed in the present systematic review had the lower limbs and the trunk as research objects. Taking into account the intervention studies analyzed, just 7 articles were published between 1995 and the present time, besides having limitations due to the fact that they not include confidence intervals when reporting the effectiveness of the intervention under exam. Lastly, from 2007 to the present time the number of published studies in the field of tennis injuries has been progressively decreasing, so it becomes necessary a greater investigation in order to solve this fact and to develop tennis injury prevention programs which prove to be really effective.

© 2010 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducció

La participació esportiva comporta un risc considerable de lesions tant en els esportistes d'elit com en els de lleure. Estudis realitzats a Escandinàvia indiquen que les lesions esportives constitueixen entre el 10 i el 19% del total de les actuacions dels serveis d'urgències¹. D'altra banda, al continent americà, entre 1997 i 1999, una xifra estimada de 7 milions de nord-americans van rebre atenció mèdica a causa de lesions esportives, amb una incidència de 25,9 lesions per cada 1.000 persones².

Un dels esports amb major impacte global perquè té participants a tot el món és el tennis, cosa que es demostra per la quantitat de països afiliats a la Federació Internacional de Tennis (FIT), que té més de 200 països adscrits³.

En l'àmbit nacional, la pràctica dels esports de raqueta està generalitzada entre la població espanyola. Segons García Ferrando⁴, el 8,9% dels espanyols practica el tennis, i com és habitual en la majoria de disciplines esportives, no tots el practicants estan federats. Tanmateix, el 2009 la Federació Espanyola de Tennis tenia 108.471 llicències i ocupava el setè lloc, per darrera d'altres esports: el futbol, la caça, el bàsquet, el golf, el judo i l'atletisme. Així, tenint en compte la quantitat important de practicants de tennis, creiem que és de gran utilitat conèixer la incidència i el tipus de lesions del tennis, per poder establir els mecanismes necessaris per tal de prevenir l'aparició de lesions en aquest esport. Donades les característiques específiques del tennis pel que fa al material utilitzat, tècnica de joc i aspectes físics, es pot argumentar que aquest esport té un perfil únic de lesions esportives i que les diferències d'equipament, biomecànica i requeriments físics provoquen en els practicants de tennis un perfil lesiu que difereix del d'altres esports⁵.

Per tant, l'objectiu d'aquest article és realitzar una revisió bibliogràfica per tal de conèixer el què s'ha publicat sobre epidemiologia, etiologia i mesures de prevenció de lesions del tennis durant els darrers 15 anys.

Mètode

Les bases de dades utilitzades per realitzar la cerca bibliogràfica han estat MEDLINE, ISI Web of Knowledge i EBSCO.

A més, també han estat consultats distribuïdors de revistes com MDconsult, Elsevier i Springer.

Les paraules clau utilitzades per fer la revisió bibliogràfica han estat: «injuries», «prevention», «aetiology», «incidence», «risk factors», totes combinades amb el mot «tennis».

Per focalitzar al màxim la cerca es van aplicar diversos filtres. En primer lloc, un límit cronològic per restringir la cerca de gener de 1995 a desembre de 2010. També es limità la cerca a articles referits a mostres humanes i no animals.

Per seleccionar els articles útils per a l'estudi, se seguiren els criteris d'inclusió següents.

- Havien de contenir dades de lesions del tennis.
- Havien d'investigar la freqüència de lesions en el tennis, l'etiologia (p. ex., factors de risc), l'eficàcia de les mesures preventives, o la combinació de totes aquestes dades.
- Havien d'estar publicats en anglès, alemany o espanyol.

Es van excloure tots els estudis referents al tractament quirúrgic de les lesions de tennis, donat que no eren útils per a la finalitat de la nostra revisió.

A efectes de la revisió present es definí lesió esportiva com tot allò que succeeix com a resultat de la participació en una acció esportiva tant en l'entrenament com en la competició, que requereix atenció mèdica per part del cos tècnic (metges, entrenadors, fisioterapeutes, etc.) i que conclou en una restricció de l'activitat fisicoesportiva com a mínim l'endemà de la lesió⁶.

Tots els treballs d'investigació seleccionats van ser classificats en estudis de laboratori, estudis descriptius epidemiològics, estudis d'intervenció, estudis de cas i revisions bibliogràfiques, tal com assenyala Last⁷ en el llibre *A dictionary of epidemiology*.

Per motius de claredat, donem la definició de cada un dels diferents tipus d'estudi:

- Estudi de laboratori: estudi prospectiu, analític i experimental en què s'obtenen dades primàries generades en un ambient de laboratori⁸.
- Estudi descriptiu epidemiològic: estudi (transversal o longitudinal) que descriu la freqüència de lesions del tennis en una cohort o subcohort⁷.

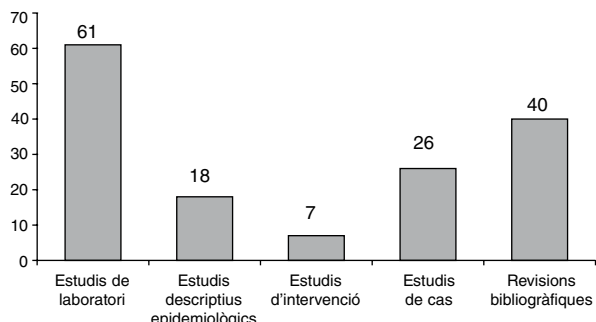


Figura 1 Classificació del nombre d'articles localitzats segons el tipus d'estudi.

- Estudi d'intervenció: hipotètica relació epidemiològica causa-efecte o en intervenir en una població i modificar el suposat factor causal de la lesió, tot mesurant posteriorment l'efecte del canvi⁸.
- Estudi de cas: anàlisi detallada d'una persona o grup que comparteix una lesió o malaltia concreta⁸.
- Revisió bibliogràfica: anàlisi estructural detallada de totes les investigacions realitzades prèviament sobre una temàtica determinada⁹.

Resultats

A partir de la cerca, se seleccionaren 152 articles per analitzar.

Es van descartar tots els que no complien els criteris d'inclusió proposats prèviament.

Quant als diferents articles obtinguts en aquesta revisió, resulta especialment important la classificació proposada a continuació, donat que facilitarà en gran mesura una discussió adequada de les dades.

D'aquesta manera, en la figura 1 estan classificats els 152 articles acceptats segons el tipus d'estudi i reunits a la vegada en cinc grans grups:

Estudis de laboratori

S'analitzaren un total de 61 estudis de laboratori, dels quals 39 tenien relació amb els membres superiors¹⁰⁻⁴⁸, 9 amb els membres inferiors⁴⁹⁻⁵⁷, 6 amb el tronc⁵⁸⁻⁶³ i 7 amb aspectes generals⁶⁴⁻⁷⁰.

En els articles que fan referència al membre superior, els temes tractats amb més freqüència foren: activació muscular,

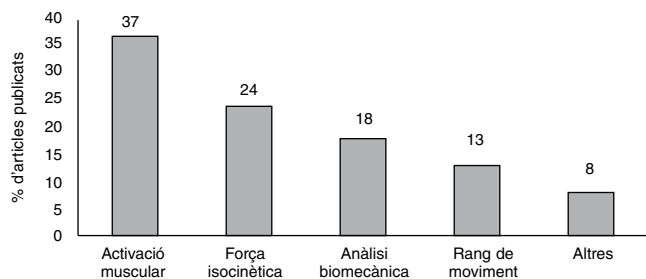


Figura 2 Percentatge d'estudis de laboratori sobre membres superiors segons el tema abordat.

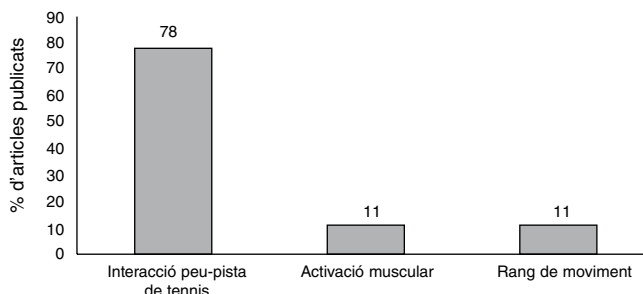


Figura 3 Percentatge d'estudis de laboratori sobre membres inferiors segons el tema abordat.

lar, força isocinètica, rang de moviment i anàlisi biomecànica del moviment (fig. 2).

Pel que fa als estudis d'activació muscular, 6 fan referència a la diferència en l'activació muscular entre el braç dominant i el no dominant^{42,44-48}, 3 a l'activació muscular en els músculs de l'avantbraç en funció del puny i la utilització d'antivibradors^{23,29,38}, 4 fan referència a l'activació de la musculatura implicada en el servei^{26,35,43,49} i un a l'activació de la musculatura implicada en el drive en funció de la posició dels peus (oberta o tancada)⁶².

Quant als articles que es refereixen a l'anàlisi biomecànica del moviment, 4 fan referència al servei i la col·locació dels segments corporals per prevenir lesions^{11,39,65,69}, 2 a la diferència biomecànica entre el revés a una i dues mans i com afecta el colze del tennista^{27,40}, i un a les diferències cinemàtiques en l'extremitat superior entre el cop de drive obert i tancat¹⁰.

Referent als membres inferiors, 7 estudis examinen la importància de la relació peu-pista de tennis^{50-54,56,57}. Dels dos estudis restants, un fa referència a l'activació muscular dels membres inferiors durant el servei⁴⁹, i l'altre article es refereix al rang de moviment de la rotació interna de maluc⁵⁵ (fig. 3).

Estudis descriptius epidemiològics

S'identificaren un total de 18 estudis descriptius epidemiològics: 14 estudis sobre lesions del tennis en general⁷¹⁻⁸⁴, 2 en membres superiors^{85,86}, un en membres inferiors⁸⁷ i un en el tronc⁸⁸.

La incidència lesional varià en funció de la forma de quantificar les dades (taula 1). En els articles en què es van mesurar les lesions per jugador i any la incidència varià entre 0,425⁷⁹ i 15⁷⁶. En els articles que quantificaren les

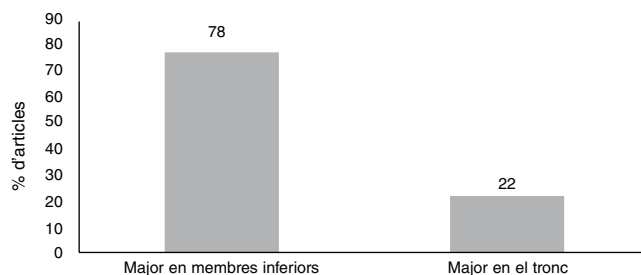


Figura 4 Percentatge d'articles que detallen la zona corporal que pateix un major nombre de lesions.

Taula 1 Característiques i resultats dels estudis descriptius epidemiològics analitzats

Estudi	Disseny	Població	Definició de lesió	Incidència general	Extremitat superior (%)	Extremitat inferior (%)	Tronc (%)	Tipus de lesió	Gravetat de la lesió
Jayanthi N, Sallay P, Hunker P, Przybylski M ⁷⁴	Creuat seccional	140 M, 388 F jugadors no competitius. Mitjana d'edat 46,9 anys	Lesió o dolor experimentat pel jugador durant els 12 mesos previs i amb repòs ≥7 dies	3,0 lesions/ 1.000 h	41	49	3	Predominen lesions de sobrecàrrega, sobre tot el membre superior	ND
Kuhne CA, Zettl RP, Nast-Kolb D ⁷⁶	Prospectiu amb seguiment de 6 mesos	60 professionals i 50 no competitius. Mitjana d'edat prof., 25. Mitjana d'edat no competitiu, 53	Lesions i problemes experimentats pel jugador durant la temporada	1,5 lesions per jugador i any	25	64	11	Rampes, distensions i esquinços foren les lesions més comunes	3,3% de lesions agudes i 2,2% de lesions cròniques requeriren cirurgia
Silva RT, Takahashi R, Berra B, Cohen M, Matsumoto MH ⁸⁰	Estudi prospectiu de tots els tractaments mèdics requerits durant un torneig	Jugadors júnior participants en circuits brasilers en categories sub 12, 14, 16 i 18. Població: 7.700	Tota consulta o tractament donat a un jugador en el transcurs del torneig	6,9 tractaments mèdics per cada 1.000 partits jugats	ND	ND	ND	Contractures musculars foren les lesions més comunes	ND
Sallis RE, Jones K, Sunshine S, Smith G, Simon L ⁷⁹	Estudi retrospectiu de cohort dels informes de lesió emmagatzemats pels entrenadors amb un seguiment de 15 anys	Jugadors universitaris amb un rang d'edat entre 18 i 22 anys; 3.767 participants de diferents esports, entre els quals s'inclou el tennis	Problema mèdic obtingut com a resultat de la participació esportiva i que requereix visita a l'especialista	0,456 M; 0,425 F per jugador i any	23,1 MF	62,2 MF	14,6 MF	ND	No existeixen lesions de lligament creuat anterior i la resta no es descriuen

Steinbruck K ⁶¹	Estudi prospectiu longitudinal amb un seguiment de 25 anys	Jugadors de tennis, 1.257 M i 858 F	No es defineix: tot problema mèdic que precisà la visita al centre de medicina esportiva es registrà com a lesió	ND	21	60	19	Genoll 25%. Turmell 23%	ND
Weijermans DNBF, Van Mechelen W ⁸³	Estudi prospectiu de cohort a 46 clubs de tennis amb un seguiment de 6 mesos	179 jugadors de club	Problema mèdic relacionat amb el tennis que desemboca en pèrdua d'entrenaments o partits, necessitat de consulta mèdica, o conseqüències socials negatives (pèrdua de classes o treball)	0,11 per cada 1.000 h	ND	67	ND	La majoria lesions agudes, essent la cama del tennista i l'esquinç de turmell les més comunes	En les 5 lesions més comunes el 60% precisà consulta mèdica i el 20% pèrdua d'escola/treball
Veijgen N ⁸²	Estudi retrospectiu de cohort	283	ND	ND	10	36,7	53,3	ND	ND
Safran M, Hutchinson M, Moss R, Albrandt J ⁷⁸	Estudi prospectiu	233 jugadors infantils masculí i femení	Lesió avaluada per l'entrenador o metge de l'esport durant els campionats anuals nacionals	2,9/1.000 exposicions esportives	19,9	27,7	52,5	ND	ND

Taula 1 (Continuació)

Estudi	Disseny	Població	Definició de lesió	Incidència general	Extremitat superior (%)	Extremitat inferior (%)	Tronc (%)	Tipus de lesió	Gravetat de la lesió
Hjelm N, Werner S, Renstrom P ⁷²	Estudi prospectiu de cohort a un club de tennis suec amb un seguiment de 2 anys	55 jugadors júnior de tennis; 35 M i 20 F amb un rang d'edat entre 12 i 18 anys	Lesió que provoca impossibilitat d'entrenar o jugar partits al menys en una ocasió al llarg de la temporada	1,7 lesions/ 1.000 h de joc l'M i 0,6 lesions/ 1.000 h l'F	0,5 lesions/ 1.000 h l'M i 0,1 lesions/ 1.000 h l'F	0,8 lesions/ 1.000 h l'M i 0,3 lesions/ 1.000 h l'F	0,8 lesions/ 1.000 h l'M i 0,3 lesions/ 1.000 h l'F	Lesions de sobrecàrrega: 46% del total	Lleu = 9%. Mitjana = 17%. Moderada = 31%. Severa = 43%
Beachy G, Akau CK, Martinson M, Olderr TF ⁷¹	Estudi retrospectiu de cohort amb un seguiment de 8 anys	14.318 subjectes participaren a l'estudi, dels quals 588 participants de tennis	Lesions que desemboquen en pèrdua d'entrenament o partit i l'entrenador	0,58 lesions i 0,21 dies perduts l'M; 0,64 lesions i 0,21 dies perduts l'F	ND	ND	ND	ND	Menor (sense pèrdua). Lleu (1-7 dies). Moderada (8-21 dies). Severa (>22 dies)

ND: no disponible; M: masculí; F: femení.

lesions per cada 1.000 hores de joc, la incidència lesional varià entre 0,11⁸³ i 3,0⁷⁴. Per últim, en els articles que quantificaren les lesions per cada 1.000 exposicions esportives la incidència lesional varià entre 2,9⁷⁸ i 21,5⁷³ (taula 1).

A la figura 4 s'indica el percentatge d'articles que descriuen epidemiològicament si l'índex de lesions és major en els membres inferiors, en els membres superiors o en el tronc.

En 5 dels estudis^{72,74,76,80,83} es descriu de forma específica la distribució de les lesions en funció del mecanisme de producció i en tots s'indica que les lesions més comunes foren les de sobrecàrrega, seguides de les lesions traumàtiques per mecanisme indirecte. Quant a la diferenciació entre lesions agudes i cròniques, s'observa que les agudes tenen major incidència en els membres inferiors, mentre que les cròniques la tenen en els membres superiors (taula 1).

Estudis d'intervenció

Dels estudis analitzats, només 7 compleixen els criteris per ser classificats com a estudis d'intervenció. Per la importància que tenen en l'àmbit de la prevenció de lesions, es desglossen detalladament a la taula 2.

Estudis de cas

S'han trobat un total de 26 estudis de cas, dels quals 15 es localitzen en el membre superior⁸⁹⁻¹⁰³, 4 en el membre inferior¹⁰⁴⁻¹⁰⁷ i 7 en el tronc¹⁰⁸⁻¹¹⁴. Les lesions més freqüents del membre superior foren les d'estrès^{89,91,93,98,99,101,103}, seguides de les tendinopaties^{92,94,97,100,102} i, per últim, de les lesions vasculars^{90,95,96}. Quant als membres inferiors, el total de les 4 lesions estudiades foren d'estrès.

Revisions bibliogràfiques

Es varen analitzar un total de 40 revisions bibliogràfiques, de les quals 22 estaven relacionades amb els membres superiors¹¹⁵⁻¹³⁶, 3 amb els membres inferiors¹³⁷⁻¹³⁹, 2 amb el tronc^{140,141} i 13 amb lesions en general¹⁴²⁻¹⁵⁴. En els articles que fan referència a l'extremitat superior la lesió més freqüentment tractada fou la del colze de tennista, amb 14 referències^{115-119,121,122,124,128-130,133,135,136}, seguida per les lesions de l'espatlla, amb 5 articles publicats^{120,126,127,132,134}.

Una vegada coneguda la distribució per zones corporals de cadascun dels diferents tipus d'estudi en què es divideix la revisió bibliogràfica present, resulta també interessant conèixer les revistes amb major nombre de publicacions en

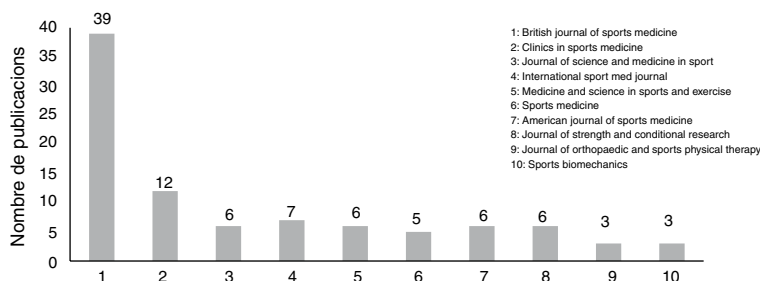


Figura 5 Nombre de publicacions de revistes d'impacte entre 1995 i 2010 en la temàtica de la prevenció de lesions del tennis.

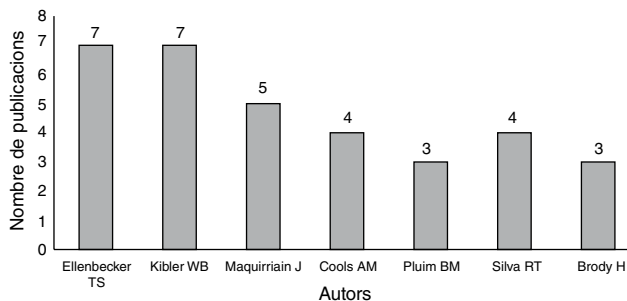


Figura 6 Relació d'autors amb major nombre de publicacions en l'àrea de la prevenció de lesions del tennis en el període transcorregut entre 1995 i 2010.

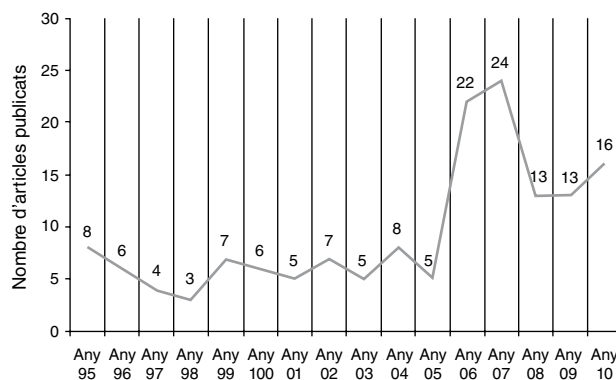


Figura 7 Nombre d'articles publicats per any en el període transcorregut entre 1995 i 2010.

l'àmbit de les lesions en el tennis en el període comprès entre 1995 i 2010 (fig. 5).

Al mateix temps és útil conèixer els autors més prolífics en la publicació de treballs sobre lesions del tennis, aspecte que s'exposa a la figura 6.

D'altra banda, si tenim en compte tots els articles publicats sobre lesions del tennis entre 1995 i 2010, es pot constatar l'evolució del nombre de publicacions per any (fig. 7).

A l'hora de dur a terme futures investigacions pot resultar de gran ajuda conèixer quines són les zones corporals que han estat tractades per un major nombre de publicacions i de quin tipus d'estudi es tracta. Així, a la taula 3 s'indica el percentatge d'articles dedicat a cadascuna de les zones específiques corporals, en funció del tipus d'estudi.

Taula 2 Característiques i resultats dels estudis d'intervenció analitzats

Estudi	Mostra	Durada	Continguts	Resultats
Renkawitz T, Boluki D, Griffka J ¹⁶⁵	82 tennistes d'elit (31 F/51 M) amb i sense dolor lumbar. Mitjana d'edat, 33 anys	7 setmanes	Es realitzà una mitjana de 5,5 sessions d'entrenament setmanals consistent en exercicis de mobilització, força, coordinació i estiraments de la zona del tronc i lumbar, amb èmfasi especial en els exercicis de tipus propioceptiu	El nombre de subjectes amb dolor lumbar disminuí proporcionalment amb la reducció del desequilibri neuromuscular de la zona lumbar després de fer un programa d'exercicis
Jonsson P, Wahlstrom P, Ohberg L, Alfredson H ¹⁶⁶	9 subjectes (5 F/4 M) d'una mitjana d'edat de 54 anys i dolor d'espalla de llarga durada (superior a 41 mesos)	12 setmanes	Exercici en una màquina d'entrenament muscular excèntric denominada Ulla-sling que activa principalment el supraespinós i el deltoïdes. Es van fer 3 x 15 rep. Dues vegades al dia i 7 dies a la setmana durant 12 setmanes. Després de la sessió d'entrenament, el subjecte indica el dolor patit en una escala VAS de 0 a 100	Després de les 12 setmanes d'entrenament 5 subjectes quedaren satisfets amb una reducció del VAS de 61 a 18, p < 0,05. En els subjectes no satisfets el VAS fou de 67. Un dels subjectes no satisfets havia estat diagnosticat erròniament
Malliou VJ, Malliou P, Gfotsidou A, Pafis G, Katsikas C, Beneka A, et al. ¹⁶⁷	36 jugadors de tennis joves participants als campionats nacionals, d'una mitjana d'edat de 14 anys i lliures de lesions dels membres inferiors durant al menys 3 anys	12 setmanes	Jugadors dividits en 3 grups de 12 subjectes cadascun: grup control, grup preentrenament i grup postentrenament. Entrenament 3 vegades a la setmana amb una durada de 16 min. L'entrenament consisteix en mantenir l'equilibri durant un temps determinat utilitzant dues taules d'equilibri diferents i un minitramp, i alhora es realitzen cops de fons	Les 12 setmanes d'entrenament milloraren de forma significativa tots els indicadors d'equilibri tant del grup preentrenament com en el postentrenament. Tanmateix, no hi hagué diferències significatives entre els dos grups d'intervenció
Niederbracht Y, Shim AL, Sloniger MA, Paternostro-Bayles M, Short TH ¹⁶⁸	2 equips universitaris femenins de tennis de 6 jugadores cadascun. De forma aleatòria, 6 jugadores formaren part del grup intervenció i les altres 6 del grup control	5 setmanes	El grup intervenció participà en un programa d'entrenament de força dels rotatoris externs de l'espalla de 5 setmanes de durada amb 4 sessions setmanals. L'efecte del programa d'entrenament de força fou avaluat en comparar les dades pre i postentrenament de 5 contraccions màximes excèntriques en un dinamòmetre isocinètic Kin-Com	El programa d'entrenament augmentà significativament el treball total excèntric extern sense efectes significatius en el treball total concèntric intern, pic de força concèntric intern o pic de força concèntric extern. Per tant, aquest entrenament disminueix els desequilibris musculars de l'espalla i, també, el risc de lesió

Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J ¹⁶⁹	82 jugadors amateur de tennis, dels quals 70 formaren part del grup intervenció i 12 del grup control	7 setmanes	Es realitzaren exercicis de força i propioceptius en la zona del tronc i lumbar. Al començament i al final de les 7 setmanes d'entrenament es realitzà un test d'extensió isomètrica màxima de tronc i s'obtingueren les dades d'activació muscular	A la primera medicació s'obtingueren dades de desequilibris musculars lumbar esquerra-dreta de l'erector espinal del 58,5% dels tennistes, cosa que també estigué estadísticament relacionada amb la lateralitat de l'esportista. El grup intervenció demostrà un augment significatiu de la força d'extensió màxima del tronc
Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J ¹⁶⁹	15 jugadors junior, 5 M i 10 F, mitjana d'edat de 13,0 ± 1,5 anys participaren en l'estudi	6 setmanes	Aplicació d'un programa d'entrenament neuromuscular al qual se li afegiren exercicis dissenyats per millorar l'equilibri dinàmic, l'agilitat, la velocitat i la força. L'entrenament es realitzà 3 vegades/setmana amb una durada de 1,5 h/sessió, incloent-hi escalament dinàmic, entrenament pliomètric, entrenament de força (MMII, MMSS) y estabilitzadors de tronc), habilitats específiques de tennis i flexibilitat	Després d'aplicar el programa s'obtingueren millores estadísticament significatives en totes les proves realitzades (triple salt creuat monopodal, test de drive i revés, test de servei i test de resistència abdominal) Cap esportista no patí cap lesió o desenvolupà lesions per sobrecàrrega com a resultat de l'aplicació del programa d'entrenament. Els resultats sembla que demostren que aquest programa d'entrenament pot ser efectiu per millorar la majoria dels índexs neuromusculars analitzats
Kibler WB, Chandler TJ ¹⁷⁰	51 jugadors de tennis, 29 M (mitjana d'edat 13,6) i 22 F (mitjana d'edat 13,2) participaren en l'estudi	2 anys	El programa de condicionament usà exercicis estandaritzats de flexibilitat de tipus estirament, manteniment i relaxació. S'avaluà el seguiment del programa mitjançant preparadors físics i així els grups al seu torn es dividiren en alt i baix seguiment	En comparació amb el grup control, el grup experimental demostrà una millora significativa en <i>sit and reach</i> , rotació interna de l'espatlla dominant i no dominant, rotació externa de l'espatlla dominant i no dominant, gastrocnemi no dominant, banda iliotibial dominant, rotació interna de maluc dominant i no dominant, pronació de l'avantbraç dominant i no dominant, i flexió de canell del braç dominant. Les àrees amb canvis significatius foren l'espatlla i l'esquena, que corresponen a les àrees amb major risc clínic de lesió

M: masculí; F: femení; MMII: membres inferiors; MMSS: membres superiors; VAS: escala analògica visual.

Taula 3 Classificació dels articles en funció del tipus d'estudi i de la regió corporal afectada

Zona corporal	Laboratori, n (%)	Descriptiu, n (%)	Intervenció, n (%)	Estudi de cas, n (%)	Revisió, n (%)
Tronc	6 (3,95%)	1 (0,66%)	2 (1,31%)	7 (4,60%)	2 (1,31%)
Colze	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	14 (9,21%)
Espatlla	20 (13,16%)	1 (0,66%)	2 (1,31%)	1 (0,66%)	5 (3,29%)
General	7 (4,60%)	14 (9,21%)	2 (1,31%)	0 (0%)	13 (8,55%)
Membres inferiors	2 (1,31%)	0 (0%)	1 (0,66%)	1 (0,66%)	0 (0%)
Peu	5 (3,29%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0,66%)	2 (1,31%)
Genoll	0 (0%)	1 (0,66%)	0 (0%)	1 (0,66%)	0 (0%)
Canell	2 (1,31%)	1 (0,66%)	0 (0%)	8 (5,26%)	0 (0%)
Avantbraços	9 (5,92%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (2,63%)	0 (0%)
Membres superiors	8 (5,26%)	0 (0%)	0 (0%)	2 (1,31%)	3 (1,97%)
Maluc	2 (1,31%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (0,66%)	1 (0,66%)
Total	61	18	7	26	40

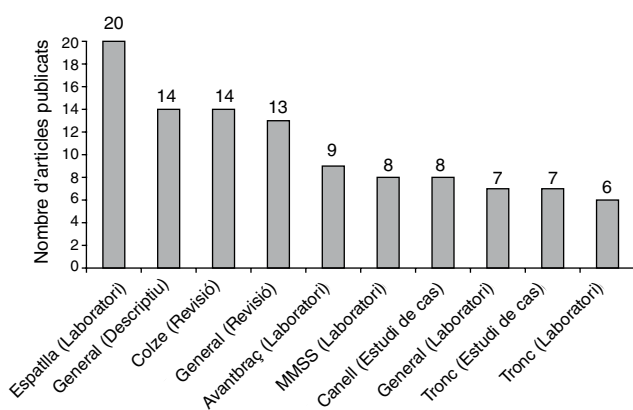


Figura 8 Perfil dels 10 articles estadísticament més publicats en el període transcorregut entre 1995 i 2010.

Tenint en compte les dades de la taula 3 es poden deduir els 10 perfils dels articles estadísticament més publicats en els últims 15 anys (fig. 8).

Per últim, a la figura 9 es mostra la distribució per zones corporals dels 152 articles analitzats a la revisió present, amb la finalitat de discutir posteriorment si aquesta distribució és la més adequada tenint en compte la localització de les lesions tractades en els estudis descriptius epidemiològics.

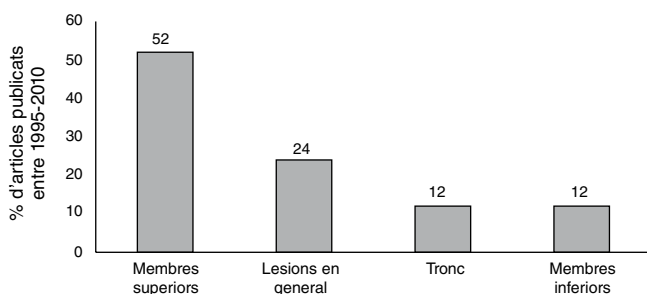


Figura 9 Percentatge d'articles publicats en el període 1995-2010 segons la zona corporal estudiada.

Discussió

Malgrat que s'aprecia una gran variabilitat entre les incidències lesionals establertes i els dissenys d'estudi utilitzats, les incidències de lesions del tennis es poden comparar amb les indicades en altres esports. Per això, es prengué com a referència l'estudi publicat per Junge et al.¹⁵⁵, en què s'indiquen les incidències lesionals de tots els esports practicats durant els Jocs Olímpics de 2008 a Beijing. En aquest estudi es definí la lesió com a tot problema musculoesquelètic (traumàtic o per sobrecàrrega) ocorregut durant la competició o l'entrenament en els XXIX Jocs Olímpics de Beijing i que tingué com a conseqüència l'absència de la competició o de l'entrenament¹⁵⁶. Foren comunicades un total de 1.055 lesions, cosa que equival a una incidència de 96,1 lesions per cada 1.000 atletes inscrits. Aproximadament la meitat dels diagnòstics –concretament el 54,2%– afectaren els membres inferiors, el 19,7% els membres superiors i el 13,4% el tronc. Aquestes dades obtingudes són molt similars a les reportades en els estudis descriptius epidemiològics analitzats en el present article (taula 1). Cal destacar que de tots els estudis descriptius epidemiològics analitzats, només en dos la incidència lesional és superior en el tronc en comparació amb els membres inferiors^{78,82}. Així, en la pràctica totalitat dels articles publicats aproximadament la meitat de les lesions afecten les extremitats inferiors. Aquesta afirmació està en concordança amb moltes altres publicacions sobre epidemiologia lesional en altres esports¹⁵⁶⁻¹⁵⁸.

Resulta especialment rellevant que malgrat la gran quantitat d'evidència científica que indica un percentatge major de lesions en els membres inferiors i en el tronc en comparació amb els membres superiors, en absolutament tots els grups dividits per disseny d'estudi (estudis de laboratori, estudis descriptius epidemiològics, estudis d'intervenció, estudis de cas i revisions bibliogràfiques) s'estudiaren amb major freqüència les lesions dels membres superiors. De fet, com es pot comprovar a la figura 9, sols el 24% del total d'estudis analitzats en aquesta revisió bibliogràfica tenen com a objecte d'estudi els membres inferiors i el tronc. A més, també es poden tenir en compte les dades exposades a la figura 8, en què es pot comprovar que dels

10 articles estadísticament més publicats en el període transcorregut entre 1995 i 2010, només 2 fan referència a lesions del tronc i cap a lesions dels membres inferiors. Realment desconeixem la raó de la gran quantitat d'articles publicats sobre lesions de membres superiors, però una possible hipòtesi seria la gran profusió de dinamòmetres isocinètics en els laboratoris i la facilitat d'utilització per comprovar desequilibris musculars sobretot en la zona de l'espatlla. Els electromiògrafs també s'utilitzen sovint en aquests tipus d'estudis, sobretot els fixos, que són els més utilitzats als nostres laboratoris i que, per tant, només es poden utilitzar en estàtic. D'aquí ve la facilitat d'aplicació als membres superiors i el tronc, ja que el subjecte no necessita estar en moviment. Per fer proves en moviment als membres inferiors caldria un electromiògraf portàtil, habitualment menys utilitzat.

Per altra banda, aproximadament la meitat de las lesions descrites en els estudis epidemiològics analitzats comporten pèrdua de la pràctica esportiva, cosa comparable a molts altres estudis que utilitzen definicions similars de lesió i mètodes de presa de dades¹⁵⁹⁻¹⁶⁴.

D'acord amb l'estudi de Junge et al.¹⁵⁵ que contempla la incidència lesional de tots els esports practicats als Jocs Olímpics de Beijing, la taxa lesional en tennis (5,9% dels esportistes) és relativament baixa en comparació a altres esports com el futbol (31,5%), el taekwondo (27%), l'hoquei (20,4%), l'handbol (17,4%), l'halterofília (16,9%) i la boxa (14,9%). Això no obstant, la incidència lesional del tennis es pot considerar alta si només es tenen en compte els esports en què no hi ha contacte, com és el cas de la vela (0,8%), el caiac i la canoa (1,2%), la natació sincronitzada (1,9%), el busseig (2,1%), l'esgrima (2,4%) i la natació (3,4%). De fet, únicament 3 de tots els esports olímpics en què no hi ha contacte entre els jugadors tenen índexs lesionals superiors: el voleibol (8,0%), la gimnàstica (7,5%) i el tir amb arc (7,0%). Aquestes dades ens fan concloure que encara queda un treball important a l'hora d'elaborar estratègies que redueixin l'índex de lesions del tennis. Tanmateix, i malgrat els resultats trobats en els estudis analitzats, no existeix en la literatura especialitzada cap publicació que compari directament riscos de lesió o prevalença de lesió al llarg de la vida esportiva entre el tennis i altres esports.

Quant als estudis d'intervenció, fins el moment no existeix en la literatura cap revisió bibliogràfica ni sistemàtica en què apareguin publicacions que apliquin estratègies de prevenció per reduir les lesions associades a la pràctica del tennis. De fet, dels 7 estudis en què s'apliquen protocols d'exercicis amb la finalitat de reduir l'índex de lesions¹⁶⁵⁻¹⁷¹, en cap no es comprova si realment la reducció ha estat efectiva en els jugadors de tennis.

En l'estudi d'intervenció de Kibler i Chandler¹⁷⁰ en què 51 jugadors de tennis realitzaven un protocol específic d'exercicis d'estiraments es demostrà que els exercicis milloraven el rang de moviment. Malgrat que no es registrà l'índex de lesions, els autors van sostenir la hipòtesi que el programa d'estiraments reduiria el risc de patir lesions jugant a tennis. Actualment no existeix evidència que una flexibilitat limitada s'associï al risc superior de patir lesions del tennis. En una revisió sistemàtica d'estudis d'intervenció sobre els efectes dels estiraments¹⁷² es

demostrà que els estiraments previs a l'exercici no ocasionaven una reducció del risc de patir lesions esportives. Tanmateix, aquests autors sostingueren que la generalització d'aquesta conclusió requeriria una investigació major. Per tant, seria molt útil investigar els efectes del programa dissenyat per Kibler i Chandler¹⁷⁰ sobre la incidència lesional del tennis.

Per altra banda, tenint en compte tots els estudis descriptius epidemiològics analitzats, i considerant que la zona corporal dels jugadors de tennis més propensa a patir lesions són els membres inferiors, seguida del tronc i, en últim lloc, els membres superiors, únicament s'ha publicat un estudi d'intervenció sobre lesions en els membres inferiors¹⁶⁷, 2 que tracten de lesions del tronc^{165,169} i un que tracta tant les lesions dels membres inferiors com del tronc¹⁷¹. Aquests articles fan referència als beneficis de l'entrenament de la propiocepció, de la força i dels estiraments per prevenir lesions en els jugadors de tennis. Existeixen nombrosos articles i molt recents que mostren que l'entrenament de la propiocepció, juntament amb l'enfortiment de la musculatura estabilitzadora, redueix l'índex de lesions dels membres inferiors i del tronc¹⁷³⁻¹⁷⁶. Tanmateix, en cap dels 4 articles d'intervenció localitzats en la nostra revisió bibliogràfica s'han registrat les mesures al cap d'un temps per comprovar si realment el subjecte s'havia lesionat menys o si els guanys adquirits es mantenen passat un temps.

Per últim, ens agradaria fer referència a les dades mostrades a la figura 7. Com es pot comprovar, només durant 2006 i 2007 s'han publicat un total de 46 articles sobre lesions del tennis, cosa que suposa el 30% del total d'articles publicats en un període de 15 anys. Realment desconeixem la causa de l'augment del nombre de publicacions, però si analitzem les dades de manera més detallada es pot comprovar que en 28 dels 46 articles publicats (61% del total) la temàtica tractada es divideix únicament en 3 grans grups: estudis de laboratori sobre desequilibris musculars dels membres superiors detectats amb dinamòmetres isocinètics (30%); estudis sobre fractures d'estrès en els membres superiors (20%), i revisions bibliogràfiques sobre les epicondilitis (11%). Pel tal de comprovar si l'augment de publicacions obeeix a criteris mediàtics —i per tant aquest augment és degut a una major transcendència de les lesions sofertes pels esportistes professionals— es quantificaren les lesions sofertes pels 10 millors tennistes del rànquing de l'ATP¹⁷⁷ durant els anys 2005, 2006 i 2007. Setze jugadors estigueren entre les 10 primeres posicions del rànquing en aquest període de 3 anys, i entre ells comptabilitzaren un total de 38 lesions¹⁷⁸. Les més comunes foren les lesions musculars en la zona de la cuixa (8 lesions), les lesions de l'esquena (7 lesions) i les de l'espatlla (6 lesions). Les lesions que tingueren lloc en menor mesura foren les de canell (4 lesions), turmell (4 lesions), abdominal (3 lesions), genoll (2 lesions), colze (2 lesions), coll (una lesió) i maluc (una lesió). Com es pot comprovar, el perfil lesiu dels jugadors professionals analitzats en el període transcorregut entre 2005 i 2007 difereix força de l'enfocament donat als articles publicats entre 2006 i 2007, per la qual cosa podria descartar-se que aquesta fos la raó de l'augment del nombre d'articles esmentat anteriorment.

Un altre possible enfocament sobre aquest augment del nombre de publicacions podria ser el tecnològic, és a dir, que per elegir el tipus d'estudi d'investigació solament es tingueren en compte els aparells necessaris per prendre les mesures i no tant les necessitats reals dels practicants d'aquest esport. Per estudiar lesions com les epicondilitis es fa necessària la utilització de la ressonància magnètica, que es considerada el *gold standard*. De la mateixa manera, per quantificar els desequilibris musculars entre els agonistes i els antagonistes d'un grup muscular donat, cal utilitzar un dinamòmetre isocinètic. Per tant, podria ser possible que aquest període de temps transcorregut entre 2006 i 2007 coincideixi amb un augment de l'adquisició d'aquest tipus d'aparells per part dels centres d'investigació encarregats de dur a terme els estudis.

Això no obstant, el què crida especialment l'atenció és el fet que en anys posteriors (2008 i 2009) el nombre de publicacions hagués baixat, tot i que s'observa una petita remuntada l'any 2010. Això possiblement sigui degut al fet que els investigadors principals, després de comprovar el gran nombre de publicacions existents el 2006 i 2007 sobre els temes tractats anteriorment, es decidissin a obrir noves línies d'investigació, amb la dificultat que això comporta i per tant amb la consegüent davallada en el nombre de publicacions anuals en el camp de les lesions del tennis. De fet, s'ha pogut apreciar que el 32% dels articles publicats el 2010 tracten sobre els desequilibris existents entre el braç dominant i el no dominant^{42,44-47}, cosa que en anys anteriors no havia estat tractada de forma tan específica.

Per últim, ens agradaria indicar que malgrat que han estat revisats de forma exhaustiva tots els articles publicats sobre les lesions del tennis, creiem que el present treball d'investigació presenta algunes limitacions. Els estudis elegits per fer aquesta revisió procedeixen de bases de dades electròniques o publicacions, així que els articles no publicats no han estat inclosos. A més, tampoc han estat inclosos els articles publicats en altres llengües diferents de l'anglès, l'alemany o l'espanyol. Malgrat això, creiem que han estat identificats els articles clau.

Tenint en compte les limitacions descrites més amunt, les principals troballes de la revisió bibliogràfica present són:

- Existeix una gran variació en la incidència lesional del tennis en els estudis analitzats.
- La gran majoria de les lesions tenen lloc en les extremitats inferiors, seguides de les extremitats superiors i, per últim, del tronc.
- Existeixen molt pocs estudis en què s'indiqui la relació entre el factors de risc i l'aparició de lesions en el tennis.
- La poca quantitat d'estudis d'intervenció publicats des de l'any 1995 fins a l'actualitat en l'àrea de les lesions del tennis (només 7 articles publicats).

Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

Bibliografia

1. Bahr R, Holme I. Risk factors for sports injuries – a methodological approach. *Br J Sports Med.* 2003;37:384-92.
2. Conn JM, Annett JL, Gilchrist J. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997-99. *Inj Prev.* 2003; 9:117-23.
3. ITF. International Tennis Federation 2010 [consultat 30/4/2011]. Disponible en: www.itftennis.com.
4. Garcia Ferrando M. Posmodernidad y deporte: entre la individualización y la masificación. Encuesta sobre hábitos deportivos de los españoles 2005. Madrid: CIS. CSD; 2006.
5. Pluim B, Safran M. From breakpoint to advantage: A practical guide to optimal tennis health and performance. Solana Beach: USRSA; 2004.
6. Fuller CW, Bahr R, Dick RW, Meeuwisse WH. A framework for recording recurrences, reinjuries, and exacerbations in injury surveillance. *Clin J Sport Med.* 2007;17:197-200.
7. Last J. A dictionary of epidemiology. 4th ed. New York: Oxford University Press; 2001.
8. Mosby's Medical Nursing. Allied health dictionary. 8th ed. St Louis: Mosby Elsevier; 2009.
9. Mosby's dictionary of complementary & alternative medicine. St Louis: Elsevier Health Sciences; 2005.
10. Bahamonde RE, Knudson D. Kinetics of the upper extremity in the open and square stance tennis forehand. *J Sci Med Sport.* 2003;6:88-101.
11. Blackwell J, Knudson D. Effect of type 3 (oversize) tennis ball on serve performance and upper extremity muscle activity. *Sports Biomech.* 2002;1:187-92.
12. Brasseur JL, Lucidarme O, Tardieu M, Tordeur M, Montalvan B, Parier J, et al. Ultrasonographic rotator-cuff changes in veteran tennis players: The effect of hand dominance and comparison with clinical findings. *Eur Radiol.* 2004;14:857-64.
13. Colak T, Bamac B, Ozbek A, Budak F, Bamac YS. Nerve conduction studies of upper extremities in tennis players. *Br J Sports Med.* 2004;38:632-5.
14. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Vanderstraeten GG, Cambier DC. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med.* 2004;38:64-8.
15. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Vande Velde A, Palmans T, Witvrouw EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2010;44:678-84.
16. Ellenbecker T, Roetert EP. Age specific isokinetic glenohumeral internal and external rotation strength in elite junior tennis players. *J Sci Med Sport.* 2003;6:63-70.
17. Ellenbecker TS, Roetert EP, Piorowski PA, Schulz DA. Glenohumeral joint internal and external rotation range of motion in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1996;24:336-41.
18. Ellenbecker TS, Roetert EP. Testing isokinetic muscular fatigue of shoulder internal and external rotation in elite junior tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29:275-81.
19. Ellenbecker TS, Roetert EP. Effects of a 4-month season on glenohumeral joint rotational strength and range of motion in female collegiate tennis players. *J Strength Cond Res.* 2002; 16:92-6.
20. Ellenbecker TS, Roetert EP, Bailie DS, Davies GJ, Brown SW. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:2052-6.
21. Ellenbecker TS, Roetert EP, Riewald S. Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players. *Br J Sports Med.* 2006;40:411-4.

22. Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports. *Sports Med.* 2009;39:569-90.
23. Hatch 3rd GF, Pink MM, Mohr KJ, Sethi PM, Jobe FW. The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. *Am J Sports Med.* 2006;34:1977-83.
24. Hoy G, Wood T, Phillips N, Connell D, Hughes DC. When physiology becomes pathology: The role of magnetic resonance imaging in evaluating bone marrow oedema in the humerus in elite tennis players with an upper limb pain syndrome. *Br J Sports Med.* 2006;40:710-3, discussió 713.
25. Julienne R, Gauthier A, Moussay S, Davenne D. Isokinetic and electromyographic study of internal and external rotator muscles of tennis player. *Isokinetics & Exercise Science.* 2007;15:173-82.
26. Kibler WB, Chandler TJ, Shapiro R, Conuel M. Muscle activation in coupled scapulohumeral motions in the high performance tennis serve. *Br J Sports Med.* 2007;41:745-9.
27. Knudson D, Blackwell J. Upper extremity angular kinematics of the one-handed backhand drive in tennis players with and without tennis elbow. *Int J Sports Med.* 1997;18:79-82.
28. Lee JC, Malara FA, Wood T, Hoy G, Saifuddin A, Connell DA. MRI of stress reaction of the distal humerus in elite tennis players. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;187:901-4.
29. Li FX, Fewtrell D, Jenkins M. String vibration dampers do not reduce racket frame vibration transfer to the forearm. *J Sports Sci.* 2004;22:1041-52.
30. Maquirriain J, Ghisi JP, Amato S. Is tennis a predisposing factor for degenerative shoulder disease? A controlled study in former elite players. *Br J Sports Med.* 2006;40:447-50.
31. Mavidis A, Vamvakoudis E, Metaxas T, Stefanidis P, Koutlianos N, Christoulas K, et al. Morphology of the deltoid muscles in elite tennis players. *J Sports Sci.* 2007;25:1501-6.
32. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA, Ricci D, Lephart SM. Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. *Journal of Athletic Training.* 2008;43:565-70.
33. Rogowski I, Creveaux T, Faucon A, Rota S, Champely S, Guillot A, et al. Relationship between muscle coordination and racket mass during forehand drive in tennis. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107:289-98.
34. Saccol MF, Gracitelli GC, Da Silva RT, Laurino CFDS, Fleury AM, Andrade MDS, et al. Shoulder functional ratio in elite junior tennis players. *Physical Therapy in Sport.* 2010;11:8-11.
35. Seeley MK, Uhl TL, McCrory J, McGinn P, Ben Kibler W, Shapiro R. A comparison of muscle activations during traditional and abbreviated tennis serves. *Sports Biomechanics.* 2008;7:248-59.
36. Silva RT, Gracitelli GC, Saccol MF, Laurino CF, Silva AC, Braga-Silva JL. Shoulder strength profile in elite junior tennis players: Horizontal adduction and abduction isokinetic evaluation. *Br J Sports Med.* 2006;40:513-7, discussió 517.
37. Stanley A, McGann R, Hall J, McKenna L, Briffa NK. Shoulder strength and range of motion in female amateur-league tennis players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2004;34:402-9.
38. Stroede CL, Noble L, Walker HS. The effect of tennis racket string vibration dampers on racket handle vibrations and discomfort following impacts. *J Sports Sci.* 1999;17:379-85.
39. Tanabe S, Ito A. A three-dimensional analysis of the contributions of upper limb joint movements to horizontal racket head velocity at ball impact during tennis serving. *Sports Biomechanics.* 2007;6:418-33.
40. Wu SK, Gross MT, Prentice WE, Yu B. Comparison of ball-and-racquet impact force between two tennis backhand stroke techniques. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:247-54.
41. Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, Mahieu NN, Witvrouw EE. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:25-33.
42. Kagaya A, Ohmori F, Okuyama S, Muraoka Y, Sato K. Blood flow and arterial vessel diameter change during graded handgrip exercise in dominant and non-dominant forearms of tennis players. *Adv Exp Med Biol.* 2010;662:365-70.
43. Konda S, Yanai T, Sakurai S. Scapular rotation to attain the peak shoulder external rotation in tennis serve. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:1745-53.
44. Olmedillas H, Sanchis-Moysi J, Fuentes T, Guadalupe-Grau A, Ponce-Gonzalez JG, Morales-Alamo D, et al. Muscle hypertrophy and increased expression of leptin receptors in the musculus triceps brachii of the dominant arm in professional tennis players. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108:749-58.
45. Sanchis-Moysi J, Dorado C, Olmedillas H, Serrano-Sanchez JA, Calbet JA. Bone and lean mass inter-arm asymmetries in young male tennis players depend on training frequency. *Eur J Appl Physiol.* 2010;110:83-90.
46. Sanchis-Moysi J, Dorado C, Olmedillas H, Serrano-Sanchez JA, Calbet JA. Bone mass in prepubertal tennis players. *Int J Sports Med.* 2010;31:416-20.
47. Sanchis-Moysi J, Idoate F, Olmedillas H, Guadalupe-Grau A, Alayon S, Carreras A, et al. The upper extremity of the professional tennis player: muscle volumes, fiber-type distribution and muscle strength. *Scand J Med Sci Sports.* 2010;20:524-34.
48. Ducher G, Daly RM, Bass SL. Effects of repetitive loading on bone mass and geometry in young male tennis players: A quantitative study using MRI. *J Bone Miner Res.* 2009;24:1686-92.
49. Chow JW, Park SA, Tillman MD. Lower trunk kinematics and muscle activity during different types of tennis serves. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2009;1:24.
50. Girard O, Eicher F, Fourchet F, Micallef JP, Millet GP. Effects of the playing surface on plantar pressures and potential injuries in tennis. *Br J Sports Med.* 2007;41:733-8.
51. Malliou VJ, Beneka AG, Gioftsidou AF, Malliou PK, Kallistratos E, Pafis GK, et al. Young tennis players and balance performance. *J Strength Cond Res.* 2010;24:389-93.
52. Stacoff A, Steger J, Stussi E, Reinschmidt C. Lateral stability in sideward cutting movements. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:350-8.
53. Stiles VH, Dixon SJ. The influence of different playing surfaces on the biomechanics of a tennis running forehand foot plant. *J Appl Biomech.* 2006;22:14-24.
54. Thijs Y, Van Tiggelen D, Willems T, De Clercq D, Witvrouw E. Relationship between hip strength and frontal plane posture of the knee during a forward lunge. *Br J Sports Med.* 2007;41:723-7, discussió 727.
55. Vad VB, Gebeh A, Dines D, Altchek D, Norris B. Hip and shoulder internal rotation range of motion deficits in professional tennis players. *J Sci Med Sport.* 2003;6:71-5.
56. Girard O, Micallef JP, Millet GP. Effects of the playing surface on plantar pressures during the first serve in tennis. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5:384-93.
57. Girard O, Eicher F, Micallef JP, Millet G. Plantar pressures in the tennis serve. *J Sports Sci.* 2010;873-80.
58. Alyas F, Turner M, Connell D. MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic, adolescent, elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2007;41:836-41.
59. Connell D, Ali K, Javid M, Bell P, Batt M, Kemp S. Sonography and MRI of rectus abdominis muscle strain in elite tennis players. *AJR Am J Roentgenol.* 2006;187:1457-61.
60. Dalichau S, Scheele K. Influence of sports mechanic demands in competitive tennis on the thoracolumbar spinal profile. *Sportverletz Sportschaden.* 2002;16:64-9.

61. Kawasaki S, Imai S, Inaoka H, Masuda T, Ishida A, Okawa A, et al. The lower lumbar spine moment and the axial rotational motion of a body during one-handed and double-handed backhand stroke in tennis. *Int J Sports Med.* 2005;26:617-21.
62. Knudson D, Blackwell J. Trunk muscle activation in open stance and square stance tennis forehands. *Int J Sports Med.* 2000;21:321-4.
63. Ruiz-Cotorro A, Balius-Matas R, Estruch-Massana AE, Vilario-Angulo J. Spondylolysis in young tennis players. *Br J Sports Med.* 2006;40:441-6, discussió 446.
64. Bergeron MF, Waller JL, Marinik EL. Voluntary fluid intake and core temperature responses in adolescent tennis players: Sports beverage versus water. *Br J Sports Med.* 2006;40:406-10.
65. Goktepe A, Ak E, Sogut M, Karabork H, Korkusuz F. Joint angles during successful and unsuccessful tennis serves kinematics of tennis serve. *Eklem Hastalik Cerrahisi.* 2009;20:156-60.
66. Morante SM, Brotherhood JR. Air temperature and physiological and subjective responses during competitive singles tennis. *Br J Sports Med.* 2007;41:773-8.
67. Morante SM, Brotherhood JR. Autonomic and behavioural thermoregulation in tennis. *Br J Sports Med.* 2008;42:679-85, discussió 685.
68. Morante SM, Brotherhood JR. Thermoregulatory responses during competitive singles tennis. *Br J Sports Med.* 2008;42:736-41.
69. Reid M, Elliott B, Alderson J. Lower-limb coordination and shoulder joint mechanics in the tennis serve. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:308-15.
70. Girard O, Millet GP. Physical determinants of tennis performance in competitive teenage players. *J Strength Cond Res.* 2009;23:1867-72.
71. Beachy G, Akau CK, Martinson M, Olderr TF. High school sports injuries. A longitudinal study at Punahou School: 1988 to 1996. *Am J Sports Med.* 1997;25:675-81.
72. Hjelm N, Werner S, Renstrom P. Injury profile in junior tennis players: A prospective two year study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:845-50.
73. Hutchinson MR, Laprade RF, Burnett 2nd QM, Moss R, Terpstra J. Injury surveillance at the USTA Boys' Tennis Championships: A 6-yr study. *Med Sci Sports Exerc.* 1995;27:826-30.
74. Jayanthi N, Sallay P, Hunker P, Przybylski M. Skill-level related injuries in recreational competition tennis players. *Med Sci Tennis.* 2005;10:12-5.
75. Jenkins JG, Diamond PT, Gale SD. Tennis injuries: a 10-year analysis of the national electronic injury surveillance system database (Poster Session). *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1662-70.
76. Kuhne CA, Zettl RP, Nast-Kolb D. Injuries – and frequency of complaints in competitive tennis – and leisure sports. *Sportverletz Sportschaden.* 2004;18:85-9.
77. Oldenziel K, Stam C. *Tennisblessures.* Amsterdam, Holanda: Consumer Safety Institute; 2008. p. 1-11.
78. Safran M, Hutchinson M, Moss R, Albrandt J. A comparison of injuries in elite boys and girls tennis players. Presentat en el 9th Annual meeting of the Society for Tennis Medicine and Science. 1999.
79. Sallis RE, Jones K, Sunshine S, Smith G, Simon L. Comparing sports injuries in men and women. *Int J Sports Med.* 2001;22:420-3.
80. Silva RT, Takahashi R, Berra B, Cohen M, Matsumoto MH. Medical assistance at the Brazilian juniors tennis circuit – a one-year prospective study. *J Sci Med Sport.* 2003;6:14-8.
81. Steinbruck K. Epidemiology of sports injuries – 25-year-analysis of sports orthopedic-traumatologic ambulatory care. *Sportverletz Sportschaden.* 1999;13:38-52.
82. Veijgen N. *Injuries: A Retrospective Cohort Study of Risk Factors for Tennis Related Injuries in The Netherlands.* Amsterdam, Holanda: Free University; 2007.
83. Weijermans DNBF, Van Mechelen W. *Blessures bij outdoortennis.* Geneesk Sport. 1998:95-9.
84. Pluim BM, Fuller CW, Batt ME, Chase L, Hainline B, Miller S, et al. Consensus statement on epidemiological studies of medical conditions in tennis, April 2009. *Br J Sports Med.* 2009;43:893-7.
85. Laudner K, Sipes R. The incidence of shoulder injury among collegiate overhead athletes. *Journal of Intercollegiate Sports.* 2009;2:260-8.
86. Tagliafico AS, Ameri P, Michaud J, Derchi LE, Sormani MP, Martinoli C. Wrist injuries in non-professional tennis players: relationships with different grips. *Am J Sports Med.* 2009;37:760-7.
87. Spector TD, Harris PA, Hart DJ, Cicuttini FM, Nandra D, Ethington J, et al. Risk of osteoarthritis associated with long-term weight-bearing sports: a radiologic survey of the hips and knees in female ex-athletes and population controls. *Arthritis Rheum.* 1996;39:988-95.
88. Saraux A, Guillodo Y, Devauchelle V, Allain J, Guedes C, Le Goff P. Are tennis players at increased risk for low back pain and sciatica? *Rev Rhum Engl Ed.* 1999;66:143-5.
89. Bupalchuk A, Okada K, Nishida J, Takahashi S, Shimada Y, Itoi E. Stress fracture of the second metacarpal bone. *Skeletal Radiol.* 2004;33:537-40.
90. Caiati JM, Masters CM, Todd EJ, Benvenisty AI, Todd GJ. Symptomatic axillary artery dissection in a tennis player. Case report. *Am J Sports Med.* 2000;28:411-2.
91. Fragniere B, Landry M, Siegrist O. Stress fracture of the ulna in a professional tennis player using a double-handed backhand stroke. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001;9:239-41.
92. Knobloch K, Spies M, Busch KH, Vogt PM. Sclerosing therapy and eccentric training in flexor carpi radialis tendinopathy in a tennis player. *Br J Sports Med.* 2007;41:920-1.
93. Maquirriain J, Ghisi JP. Stress injury of the lunate in tennis players: a case series and related biomechanical considerations. *Br J Sports Med.* 2007;41:812-5, discussió 815.
94. Montalvan B, Parier J, Brasseur JL, Le Viet D, Drape JL. Extensor carpi ulnaris injuries in tennis players: a study of 28 cases. *Br J Sports Med.* 2006;40:424-9, discussió 429.
95. Nakamura T, Kambayashi J, Kawasaki T, Hirao T. Hypothenar hammer syndrome caused by playing tennis. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1996;11:240-2.
96. Noel B, Hayoz D. A tennis player with hand claudication. *Vasa.* 2000;29:151-3.
97. Park JY, Lhee SH, Keum JS. Rupture of latissimus dorsi muscle in a tennis player. *Orthopedics.* 2008;31:1043-4.
98. Silva RT, Hartmann LG, Laurino C. Stress reaction of the humerus in tennis players. *Br J Sports Med.* 2007;41:824-6.
99. Sinha AK, Kaeding CC, Wadley GM. Upper extremity stress fractures in athletes: clinical features of 44 cases. *Clin J Sport Med.* 1999;9:199-202.
100. Tsur A, Gillson S. Brachial biceps tendon injuries in young female high-level tennis players. *Croat Med J.* 2000;41:184-5.
101. Waninger KN, Lombardo JA. Stress fracture of index metacarpal in an adolescent tennis player. *Clin J Sport Med.* 1995;5:63-6.
102. Xarchas KC, Leviet D. Non rheumatoid closed rupture of extensor carpi ulnaris tendon. Report of a case in a professional athlete. *Acta Orthop Belg.* 2002;68:399-402.
103. Balius R, Pedret C, Estruch A, Hernandez G, Ruiz-Cotorro A, Mota J. Stress fractures of the metacarpal bones in adolescent tennis players: a case series. *Am J Sports Med.* 2010;12:15-20.

104. Daley L, Phillips N. Case study: osteochondritis dissecans of the knee in a young elite tennis player. *SportEX Medicine*. 2007;34:10-5.
105. Lowry AW, McFarland EG, Cosgarea AJ, Sonin A, Farmer KW. Partial rupture of the quadriceps tendon in a tennis player. *Clin J Sport Med*. 2001;11:277-9.
106. Trepman E, Mizel MS, Newberg AH. Partial rupture of the flexor hallucis longus tendon in a tennis player: A case report. *Foot Ankle Int*. 1995;16:227-31.
107. Van Zoest WJ, Janssen RP, Tseng CM. An uncommon ankle sprain. *Br J Sports Med*. 2007;41:849-50.
108. Hofmann A, Weishaupt P. High performance sports and backache: The value of functional analysis and progressive dynamic strength training of the trunk muscles. Case report of a 15-year-old high performance tennis player. *Sportverletz Sportschaden*. 1999;13:M7-9.
109. Maquirriain J, Ghisi JP. Uncommon abdominal muscle injury in a tennis player: Internal oblique strain. *Br J Sports Med*. 2006;40:462-3.
110. Mithofer K, Giza E. Pseudarthrosis of the first rib in the overhead athlete. *Br J Sports Med*. 2004;38:221-2.
111. Silva RT, De Bortoli A, Laurino CF, Abdalla RJ, Cohen M. Sacral stress fracture: An unusual cause of low back pain in an amateur tennis player. *Br J Sports Med*. 2006;40:460-1.
112. Trieb K, Huber W, Kainberger F. A rare reason for the end of a career in competitive tennis. *J Sports Med Phys Fitness*. 2008;48:120-2.
113. Vaughn HT, Nitsch W. Iliac anterior rotation hypermobility in a female collegiate tennis player. *Phys Ther*. 2008;88:1578-90.
114. Clarke AW, Connell DA. Case report: bilateral ischial stress fractures in an elite tennis player. *Skeletal Radiol*. 2009;38:711-4.
115. Bahamonde R. Review of the biomechanical function of the elbow joint during tennis strokes. *International Sport Medicine Journal*. 2005;6:42-63.
116. Behr CT, Altchek DW. The elbow. *Clin Sports Med*. 1997;16:681-704.
117. Bisset L, Paungmali A, Vicenzino B, Beller E. A systematic review and meta-analysis of clinical trials on physical interventions for lateral epicondylalgia. *Br J Sports Med*. 2005;39:411-22, discussió 422.
118. Brown M. The older athlete with tennis elbow – rehabilitation considerations. *Clin Sports Med*. 1995;14:267-75.
119. Caldwell GL, Safran MR. Elbow problems in the athlete. *Orthop Clin North Am*. 1995;26:465-85.
120. Cools AM, Declercq G, Cagnie B, Cambier D, Witvrouw E. Internal impingement in the tennis player: Rehabilitation guidelines. *Br J Sports Med*. 2008;42:165-71.
121. De Smedt T, de Jong A, Van Leemput W, Lieven D, Van Glabbeek F. Lateral epicondylitis in tennis: Update on aetiology, biomechanics and treatment. *Br J Sports Med*. 2007;41:816-9.
122. Eygendaal D, Rahussen FTG, Diercks RL. Biomechanics of the elbow joint in tennis players and relation to pathology. *Br J Sports Med*. 2007;41:820-3.
123. Hennig EM. Influence of racket properties on injuries and performance in tennis. *Exerc Sport Sci Rev*. 2007;35:62-6.
124. Hume PA, Reid D, Edwards T. Epicondylar injury in sport: Epidemiology, type, mechanisms, assessment, management and prevention. *Sports Med*. 2006;36:151-70.
125. Jones GL. Upper extremity stress fractures. *Clin Sports Med*. 2006;25:159-174.
126. Kibler WB. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sports Med*. 1995;14:79-85.
127. Kibler WB, Chandler TJ, Livingston BP, Roetert EP. Shoulder range of motion in elite tennis players: Effect of age and years of tournament play. *Am J Sports Med*. 1996;24:279-85.
128. Kohia M, Brackle J, Byrd K, Jennings A, Murray W, Wilfong E. Effectiveness of physical therapy treatments on lateral epicondylitis. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2008;17:119-36.
129. Magra M, Maffulli N. The epidemiology of injuries to the elbow in sport. *International SportMed Journal*. 2005;6:25-33.
130. Magra M, Caine D, Maffulli N. A review of epidemiology of paediatric elbow injuries in sports. *Sports Med*. 2007;37:717-35.
131. Marx RG, Sperling JW, Cordasco FA. Overuse injuries of the upper extremity in tennis players. *Clin Sports Med*. 2001;20:439-51.
132. Ramappa AJ, Hawkins RJ, Suri M. Shoulder disorders in the overhead athlete. *Instr Course Lect*. 2007;56:35-43.
133. Safran MR. Elbow injuries in athletes – a review. *Clin Orthop*. 1995:257-77.
134. Van der Hoeven H, Kibler WB. Shoulder injuries in tennis players. *Br J Sports Med*. 2006;40:435-40, discussió 440.
135. Poltawski L, Jayaram V, Watson T. Measurement issues in the sonographic assessment of tennis elbow. *J Clin Ultrasound*. 2010;38:196-204.
136. Mallen CD, Chesterton LS, Hay EM. Tennis elbow. *BMJ*. 2009;339:b3180.
137. Reinschmidt C, Nigg BM. Current issues in the design of running and court shoes. *Sportverletzung-Sportschaden*. 2000;14:71-81.
138. Sparrow D. Hip service: the pace of today's game has put more stress on this joint. Here's how to keep it in working order. *Tennis*. 2002;38:62-3.
139. Zecher SB, Leach RE. Lower leg and foot injuries in tennis and other racquet sports. *Clin Sports Med*. 1995;14:223-39.
140. Kozanoglu ME, Bavli O. Low back pain in athletes, prevention and rehabilitation strategies. *Turkiye Klinikleri Tip Bilimleri Dergisi*. 2009;29:474-80.
141. Maquirriain J, Ghisi JP, Kokalj AM. Rectus abdominis muscle strains in tennis players. *Br J Sports Med*. 2007;41:842-8.
142. Bergeron MF. Heat cramps: fluid and electrolyte challenges during tennis in the heat. *J Sci Med Sport*. 2003;6:19-27.
143. Bylak J, Hutchinson MR. Common sports injuries in young tennis players. *Sports Med*. 1998;26:119-32.
144. Coady CM, Micheli LJ. Stress fractures in the pediatric athlete. *Clin Sports Med*. 1997;16:225-238.
145. Ellenbecker TS, Pluim B, Vivier S, Sniteman C. Common injuries in tennis players: Exercises to address muscular imbalances and reduce injury risk. *Strength & Conditioning Journal (Lippincott Williams & Wilkins)*. 2009;31:50-8.
146. Elliott B. Biomechanics and tennis. *Br J Sports Med*. 2006;40:392-6.
147. Hainline B. Injury Prevention. *Coaching & Sport Science Review*. 2010;50:17-8.
148. Kibler WB, Safran MR. Musculoskeletal injuries in the young tennis player. *Clin Sports Med*. 2000;19:781-92.
149. Kibler WB, Safran M. Tennis injuries. *Medicine and Sport Science*. 2005;48:120-37.
150. Perkins RH, Davis D. Musculoskeletal injuries in tennis. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2006;17:609-31.
151. Pluim BM, Staal JB, Windler GE, Jayanthi N. Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *Br J Sports Med*. 2006;40:415-23.
152. Pluim B, Miller S, Dines D, Renstrom P, Windler G, Norris B, et al. Sport science and medicine in tennis. *Br J Sports Med*. 2007;41:703-4.
153. Sciascia A, Ben Kibler W. The pediatric overhead athlete: What is the real problem? *Clin J Sport Med*. 2006;16:471-7.
154. Vandervliet EJ, Vanhoenacker FM, Snoeckx A, Gielen JL, Van Dyck P, Parizel PM. Sports-related acute and chronic avulsion injuries in children and adolescents with special emphasis on tennis. *Br J Sports Med*. 2007;41:827-31.

155. Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, Alonso JM, Renstrom PA, Aubry MJ, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med.* 2009;37:2165-72.
156. Junge A, Engebretsen L, Alonso JM, Renstrom P, Mountjoy M, Aubry M, et al. Injury surveillance in multi-sport events: The International Olympic Committee approach. *Br J Sports Med.* 2008;42:413-21.
157. Greene JJ, Bernhardt D. Medical coverage analysis for Wisconsin's Olympics: The Badger State Games. *Wis Med J.* 1997;96:41-4.
158. Laskowski ER, Najarian MM, Smith AM, Stuart MJ, Friend LJ. Medical coverage for multievent sports competition: a comprehensive analysis of injuries in the 1994 Star of the North Summer Games. *Mayo Clin Proc.* 1995;70:549-55.
159. Alonso JM, Junge A, Renstrom P, Engebretsen L, Mountjoy M, Dvorak J. Sports injuries surveillance during the 2007 IAAF World Athletics Championships. *Clin J Sport Med.* 2009;19:26-32.
160. Dvorak J, Junge A, Grimm K, Kirkendall D. Medical report from the 2006 FIFA World Cup Germany. *Br J Sports Med.* 2007;41:578-81, discusión 581.
161. Junge A, Dvorak J. Injuries in female football players in top-level international tournaments. *Br J Sports Med.* 2007;41 Suppl 1:i3-7.
162. Junge A, Dvorak J, Graf-Baumann T, Peterson L. Football injuries during FIFA tournaments and the Olympic Games, 1998-2001: Development and implementation of an injury-reporting system. *Am J Sports Med.* 2004;32 Suppl 1:805-9S.
163. Junge A, Langevoort G, Pipe A, Peytavin A, Wong F, Mountjoy M, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *Am J Sports Med.* 2006;34:565-76.
164. Langevoort G, Myklebust G, Dvorak J, Junge A. Handball injuries during major international tournaments. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17:400-7.
165. Renkawitz T, Boluki D, Grifka J. The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine J.* 2006;6:673-83.
166. Jonsson P, Wahlstrom P, Ohberg L, Alfredson H. Eccentric training in chronic painful impingement syndrome of the shoulder: results of a pilot study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;14:76-81.
167. Malliou VJ, Malliou P, Gioftsidou A, Pafis G, Katsikas C, Beneka A, et al. Balance exercise program before or after a tennis training session? *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation.* 2008;21:87-90.
168. Niederbracht Y, Shim AL, Sloniger MA, Paternostro-Bayles M, Short TH. Effects of a shoulder injury prevention strength training program on eccentric external rotator muscle strength and glenohumeral joint imbalance in female overhead activity athletes. *J Strength Cond Res.* 2008;22:140-5.
169. Renkawitz T, Boluki D, Linhardt O, Grifka J. Neuromuscular imbalances of the lower back in tennis players – The effects of a back exercise program. *Sportverletzung-Sportschaden.* 2007;21:23-8.
170. Kibler WB, Chandler TJ. Range of motion in junior tennis players participating in an injury risk modification program. *J Sci Med Sport.* 2003;6:51-62.
171. Barber-Westin SD, Hermeto AA, Noyes FR. A six-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players. *J Strength Cond Res.* 2010;24:2372-82.
172. Herbert RD, Gabriel M. Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *BMJ.* 2002;325:468.
173. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lazaro-Haro C, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:705-29.
174. Boling MC, Padua DA, Marshall SW, Guskiewicz K, Pyne S, Beutler A. A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: The Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *Am J Sports Med.* 2009;37:2108-16.
175. Kelly AK. Anterior cruciate ligament injury prevention. *Curr Sports Med Rep.* 2008;7:255-62.
176. Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH. Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. *Am J Sports Med.* 2009;37:1728-34.
177. ATP. Asociación de Tenis Profesional. 2011 [consultat 25/5/2011]. Disponible en: www.atpworldtour.com.
178. Tenis. Ed. Matchstat. [citat en 2011; consultat 29/5/2011]; Disponible en: www.matchstat.com.